

⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



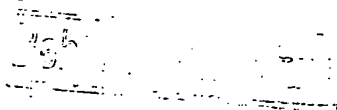
DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3036062 A1**

⑤ Int. Cl. 3:  
**F02F3/00**

⑳ Aktenzeichen:  
㉔ Anmeldetag:  
㉕ Offenlegungstag:

P 30 36 062.4-13  
25. 9. 80  
8. 4. 82



㉑ Anmelder:  
Karl Schmidt GmbH, 7107 Neckarsulm, DE

㉒ Erfinder:  
Schieber, Gerhard, 7107 Bad Wimpfen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉓ **Kolben für Verbrennungskraftmaschinen**

DE 3036062 A1

DE 3036062 A1

25.09.80  
- 1 -PATENTANSPRÜCHE  
-----

1. Kolben, insbesondere Leichtmetallkolben für Verbrennungsmaschinen, in dessen aufgeweitet zum Innenrand der Bolzennaben verlaufenden, im Querschnitt oval gestalteten Kolbenbolzenbohrungen ein zylindrischer Kolbenbolzen eingesetzt ist, dadurch gekennzeichnet, daß die große Halbachse (6) des Ovals (7) parallel zur Längsachse des Kolbens (1, 9, 18), die Mantellinien (4, 13) der Bohrungen (2, 11, 19, 20) in den Bolzennaben (3, 12, 21) im Bereich ihres oberen Scheitels vom Außen- zum Innenrand der Bolzennaben in Richtung zum Kolbenboden geneigt aufgeweitet und im Bereich ihres unteren Scheitels etwa horizontal verlaufen.
2. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Mantellinien (4, 13) der Kolbenbolzenbohrungen (2, 11, 19, 20) im Bereich ihres unteren Scheitels parallel zur Achse des Kolbenbolzens verlaufen.
3. Kolben nach Anspruch 1 und/oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die von der Längsachse des Kolbens (1, 9, 18) entfernte Seite der Kolbenbolzenbohrungen (2, 11, 19, 20) eine größere und die der Längsachse des Kolbens benachbarte Seite eine kleinere Ovalität aufweisen.
4. Kolben nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Neigung der Kolbenbolzenbohrungen (2, 11, 19, 20) im Bereich ihres oberen Scheitels 5 bis 20 µm auf 10 mm Länge beträgt.
5. Kolben nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ovalität der Kolbenbolzenbohrungen (2, 11, 19, 20) 0,3 bis 0,8 % ihres Durchmessers beträgt.

25.09.80

3036062

- 8 -  
2

6. Verfahren zur Herstellung der Kolben nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben unter betriebsgerechte Vorspannung gesetzt und die Kolbenbolzenbohrungen zylindrisch gebohrt werden.

25.09.80

3036062

KARL SCHMIDT GMBH  
Christian-Schmidt-Straße 8/12 3  
7107 Neckarsulm

22.09.1980  
-DRQ/GKP-

Prov. Nr. 8498 KS

### Kolben für Verbrennungskraftmaschinen

Die Erfindung betrifft einen Kolben, insbesondere einen Leichtmetallkolben für Verbrennungskraftmaschinen, in dessen aufgeweitet zum Innenrand der Bolzennaben verlaufenden, im Querschnitt oval gestalteten Kolbenbolzenbohrungen  
5 ein zylindrischer Kolbenbolzen eingesetzt ist.

Bekanntlich werden die auf den Boden eines Kolbens für Verbrennungskraftmaschinen einwirkenden Gaskräfte aus dem Verbrennungsraum über die Bolzennaben auf den Kolbenbolzen  
10 übertragen. Da sich der Kolbenbolzen, bedingt durch die pendelnde Bewegung des Pleuels, in den Bolzennaben drehen muß, sind diese auch als hochbelastete Lager anzusprechen. Die auf den Kolbenbolzen einwirkenden Kräfte biegen diesen periodisch durch und verformen ihn zusätzlich oval. Dadruch  
15 werden die Bolzennaben sowohl in der waagerechten als auch in der senkrechten Ebene, insbesondere aber in ihrem oberen Scheitel, auf Zug, Druck und Biegung beansprucht. Infolge der Durchbiegung des Kolbenbolzens nimmt die Spannung in den Bolzennaben zum Inneren hin um ein Viel-  
20 faches zu. Mit steigender Belastung des Kolbens muß daher der Form der Kolbenbolzenbohrungen ganz besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Insbesondere ist dies schon deshalb wichtig, weil aus Gewichtsgründen, trotz steigender Kolbenbelastung die Kolbenbolzen nicht stärker, sondern  
25 wegen der mit höheren Drehzahlen gleichzeitig ansteigenden Massenkraft eher noch leichter gemacht werden muß.

25.09.80

3036062

- 2 -  
4

So ist es beispielsweise aus Bensinger, W.-D. und Meier, A.:  
"Kolben, Pleuel und Kurbelwelle bei schnellaufenden Ver-  
brennungsmotoren", Berlin/Göttingen/Heidelberg 1961,  
Springer-Verlag, Seite 10, bekannt, zum Abbau der Spannungs-  
5 spitzen am Innenrand der Bolzennaben, dessen Kante mit  
einem Radius von 1 mm zu verrunden oder den Bolzennaben  
in diesem Bereich eine solche Elastizität zu geben, daß  
diese etwa der Durchbiegung des Kolbenbolzens folgen, ohne  
dabei eine Überbeanspruchung des Kolbenwerkstoffs hervor-  
10 zurufen. Ebenso wird vorgeschlagen, den Innenrand der Bolzen-  
naben mit einer Steigung von 1 : 100 mm konisch auszubilden.

Zum Stand der Technik zählt ferner ein Kolben, bei dem  
die Mantellinie der Kolbenbolzenbohrungen gebogen ist,  
15 die Achse der Kolbenbolzenbohrungen zur Kolbenmitte hin  
einen leicht gekrümmten Verlauf aufweist und der Querschnitt  
der Kolbenbolzenbohrungen oval gestaltet ist, wobei zusätz-  
lich die Kolbenbolzenbohrungen zum Innenrand der Bolzen-  
naben aufgeweitet sein können (DE-AS 21 52 462).

20 Um derartig gestaltete Kolbenbolzenbohrungen herzustellen,  
ist nicht nur ein erheblicher fertigungstechnischer Aufwand  
erforderlich, sondern die Kolbenbolzenbohrungen lassen sich  
auch nicht in optimaler Weise den unterschiedlichen Kolben-  
25 konstruktionen anpassen.

Vorgesehen ist auch ein Kolbenbolzen, der zwei sich jeweils  
vom Bereich der Innenkanten der Bolzennaben bis in den  
Bereich der Innenkanten des kleinen Pleuels erstreckende,  
30 ganz oder teilweise umlaufende, eine im Querschnitt  
konische Form besitzende Einschnürungen aufweist, deren  
Tiefe der örtlichen Durchbiegung des Kolbenbolzens unter  
der Auslegungslast entspricht (DE-AS 26 15 212).

25.09.80  
- 8 -  
5

3036062

- Solche Kolbenbolzen, die durch spangebende Bearbeitung hergestellt werden müssen, sind nur bis zu einer bestimmten Belastungsgrenze einsetzbar. Das gleiche gilt auch für solche Kolben, bei denen die Kolbenbolzenbohrungen in den Bolzennaben, z.B. durch Rollieren oder Bombieren, verfestigt sind. Im übrigen sind formgearbeitete Kolbenbolzen bei Verwendung von belastungsgünstigen trapezförmigen Pleueln nicht verwendbar.
- 10 Bei den bisherigen Überlegungen ist immer die Deformation des Kolbenbolzens unter dem Zünddruck für seine Gestaltung bzw. für die Formgebung der Kolbenbolzenbohrungen in den Bolzennaben berücksichtigt worden. Das Deformationsverhalten des Kolbens aufgrund seiner unterschiedlichen Gestalt, die
- 15 abhängig ist von seiner unterschiedlichen Grundgeometrie, Höhe, Bodenform, Innenform sowie insbesondere auch von der Fertigungsstreuung innerhalb eines Kolbentyps hat bisher jedoch keine Beachtung gefunden.
- 20 Ausgehend von dieser Erkenntnis liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, die Kolbenbolzenbohrungen in den Bolzennaben des eingangs beschriebenen Kolbens belastungs- und verformungsgerecht zu gestalten.
- 25 Die Lösung dieser Aufgabe besteht darin, daß die große Halbachse des Ovals parallel zur Längsachse des Kolbens, die Mantellinien der Kolbenbolzenbohrungen im Bereich ihres oberen Scheitels vom Außen- zum Innenrand der Bolzennaben in Richtung zum Kolbenboden geneigt aufgeweitet und
- 30 im Bereich ihres unteren Scheitels etwa horizontal oder parallel zur Achse des Kolbenbolzens verlaufen, wobei entsprechend der Ausbildung der Mantellinie die von der Längsachse entfernte Seite der Bohrungen eine größere, die der Längsachse benachbarte Seite eine kleinere Ovalität aufweisen.

25.09.80

3036062

- 4 -  
6

Im Rahmen der besonderen Ausgestaltung der Erfindung beträgt die Neigung der Mantellinie der Kolbenbolzenbohrungen im oberen Scheitel 5 bis 20  $\mu$ m auf 10 mm Länge.

- 5 Die Ovalität der Kolbenbolzenbohrungen beträgt zweckmäßig 0,3 bis 0,8 % des Durchmessers der Kolbenbolzenbohrungen.

Erfindungsgemäß erfolgt die Herstellung solcher Kolbenbolzenbohrungen in der Weise, daß der Kolben zur Herstellung der  
10 Kolbenbolzenbohrungen unter betriebsgerechte Vorspannung gesetzt und eine zylindrische Bohrung hergestellt wird, die im unbelasteten Zustand die vorstehend beschriebene Form annimmt, wodurch sich eine nahezu konstante Flächenpressung über die gesamte Auflagefläche der Bolzennaben ergibt. Alle  
15 Belastungs- und Verformungskriterien werden dadurch in idealer Weise berücksichtigt. Zusätzlich ist die im unbelasteten Zustand von der zylindrischen Form abweichende Form der Kolbenbolzenbohrung mit vergleichsweise geringem technischen Aufwand herstellbar.

20 Die in den Zeichnungen beispielhaft dargestellte Erfindung wird nachfolgend näher erläutert:

Die Fig. 1 zeigt in einer ausschnittsweisen Darstellung  
25 eines Längsschnitts durch die Kolbenbolzenebene des Kolbens 1, daß die Kolbenbolzenbohrung 2 in der Bolzennabe 3 in ihrem oberen Scheitel 4 von außen nach innen aufgeweitet ist und in ihrem unteren Scheitel parallel zur Achse des Kolbenbolzens verläuft. Der Abstand zwischen der Innenseite des  
30 Kolbenbodens und der oberen parallel zur Achse des Kolbens verlaufenden Scheitellinie der Kolbenbolzenbohrung 2 entspricht der für die Deformation des Kolbens entscheidenden Dehnlänge 5.

25.09.80

3036062

- 8 -  
7

Die ovale Querschnittsform der Kolbenbolzenbohrung 2 am Innenrand der Bolzennaben 3 ist in Fig. 2 wiedergegeben. Dabei verläuft die große Halbachse 6 des Ovals 7 parallel zur Längsachse des Kolbens. Der strichpunktiert dargestellte Kreis 8 zeigt die Querschnittsform der Kolbenbolzenbohrung 2 des unter der Vorspannung stehenden Kolbens 1.

Die Fig. 3 stellt einen Teillängsschnitt durch die Kolbenbolzenebene des Kolbens 9 dar, bei dem im Unterschied zu Fig. 1 die Dehnlänge 10 zwischen der Innenseite des Kolbenbodens und der parallel zur Achse des Kolbenbolzens verlaufenden oberen Scheitellinie 13 der Kolbenbolzenbohrung 11 in den Bolzennaben 12 konstruktionsbedingt größer ausgebildet ist. Eine vergleichende Gegenüberstellung von Fig. 1 und Fig. 3 zeigt den Zusammenhang zwischen Belastung des Kolbenbodens und elastischem Verhalten. Dabei ist  $x_2$  aufgrund der größeren Elastizität zwischen Kolbenboden und Bolzennabe beim Kolben gemäß Fig. 3 kleiner als  $x_1$  beim Kolben nach Fig. 1, bei dem im Unterschied zur Fig. 3 die Verformung des Kolbenbodens unmittelbar auf den Scheitel 4 der Bolzennabe 3 übertragen wird, ausgebildet.

In Fig. 4 ist der Aufbau der Fertigungseinrichtung zur Herstellung der Bohrungen in den Bolzennaben dargestellt. Der durch ein Druckstück 14 belastete, mit einem umlaufenden Vorsprung 15 versehene, sich auf den Widerlagern 16, 17 abstützende Kolben 18 wird zur Herstellung der Bohrungen 19, 20 in den Bolzennaben 21, 22 mit einem rotationssymmetrischen Schneidwerkzeug bearbeitet, so daß der in den Bohrungsquerschnitt hineindeformierte Teil 23, 24 bis zur strichpunktiert eingezeichneten Linie 25 abgetragen wird.

Fig. 5 zeigt eine ausschnittsweise Darstellung der mit der Vorrichtung nach Fig. 4 hergestellten Kolbenbolzenbohrung 19 im entspannten Zustand des Kolbens 18. Der bei der Fertigung



25.09.80

3036062

- 8 -  
8

der Kolbenbolzenbohrung 19 in diese hineindeformierte und abgetragene Teil 23 ist nach der Entspannung des Kolbens 18 als Erweiterung 26 vorhanden.

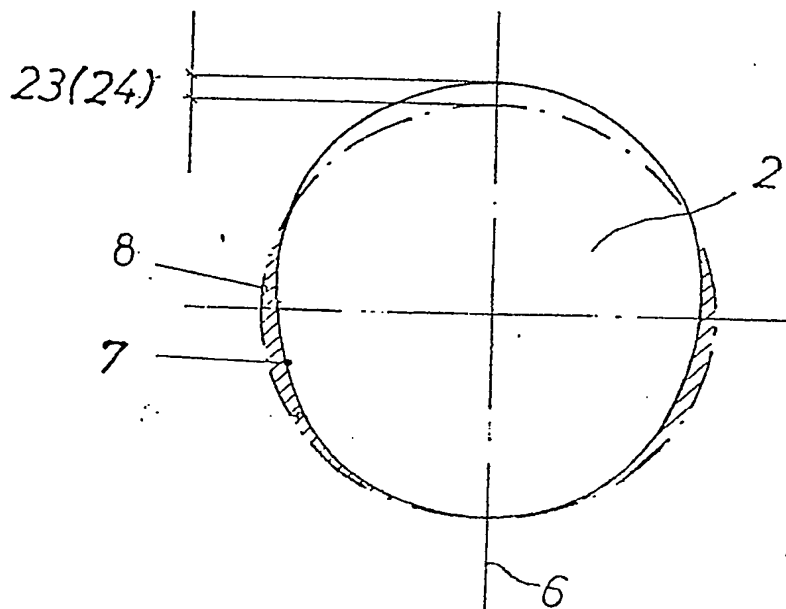
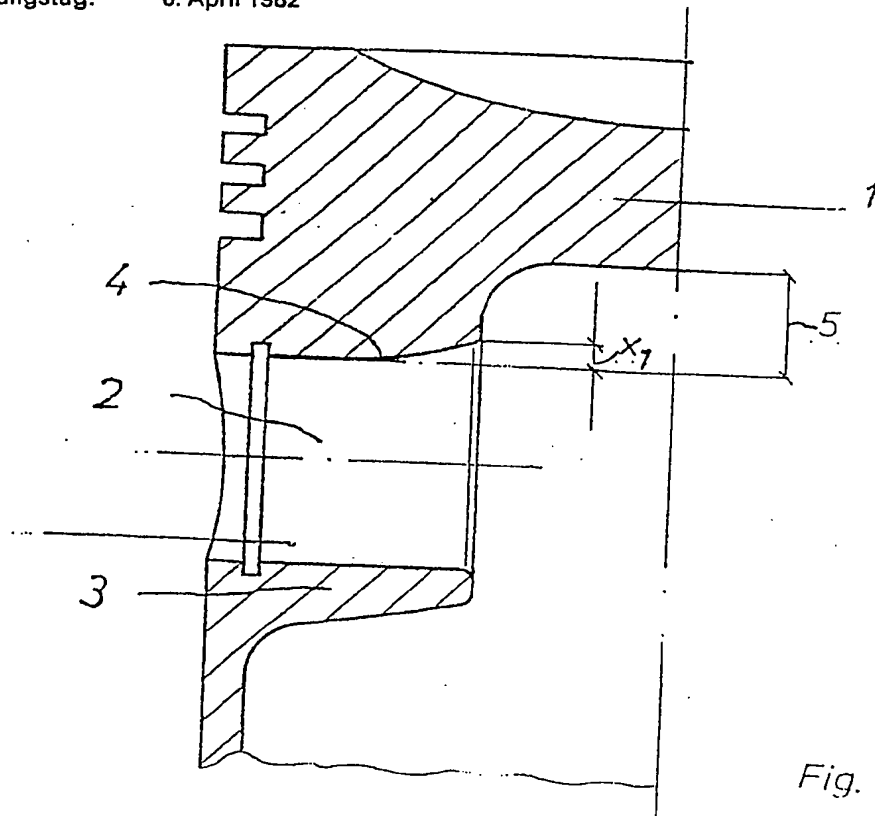
- 5 In Fig. 6 ist schematisch die Herstellungsweise der Kolbenbolzenbohrungen 19, 20 in den Bolzennaben 21, 22 dargestellt. Dabei dreht sich das Bearbeitungswerkzeug 27 um die entsprechend dem Winkel 28 verstellte Achse. Die Vorschubrichtung 29 ergibt ein Oval 30 mit großer Halbachse 31.

10

- In Fig. 7 sind in einem ausschnittsweisen Längsschnitt durch die Bolzenebene des Kolbens 32 im Bereich der Bolzennabe 33 die Spannungsverläufe 34, 35 in der Bolzennabe für eine herkömmliche zylindrische und eine erfindungsgemäß gestaltete  
15 Kolbenbolzenbohrung 36 durch den Kolbenbolzen 37 dargestellt. Eine vergleichende Gegenüberstellung zeigt einen deutlichen Abbau der Spannungsspitze.

Nummer: 3036062  
Int. Cl.<sup>3</sup>: F02F 3/00  
Anmeldetag: 25. September 1980  
Offenlegungstag: 8. April 1982

13



25.09.80

3036062

9

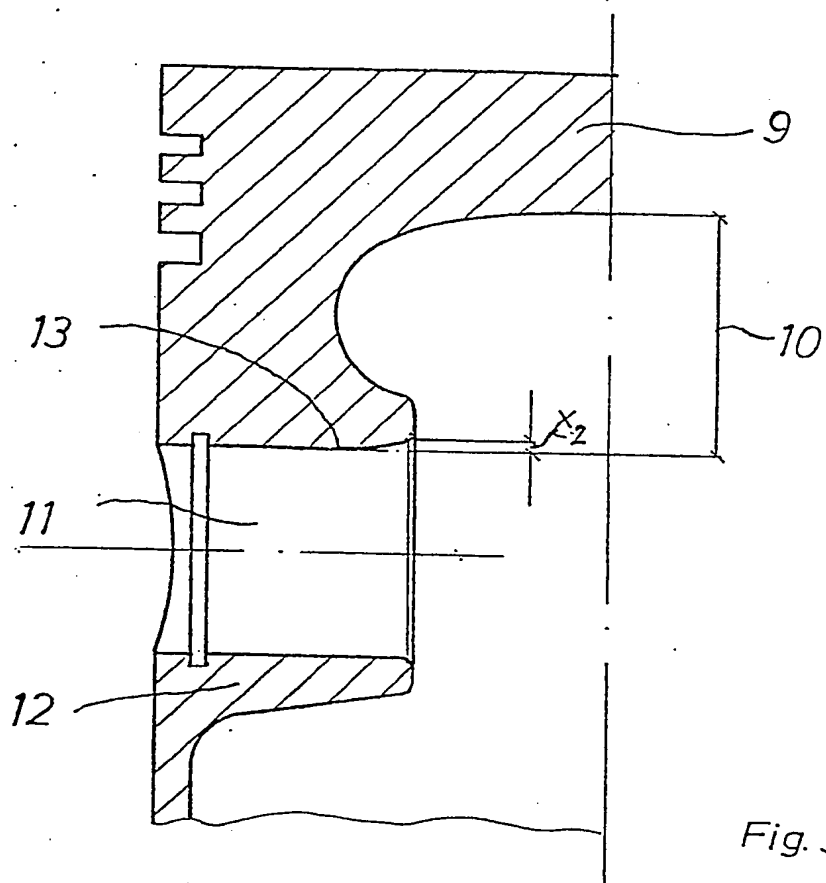


Fig. 3

25.09.80

3036062

10

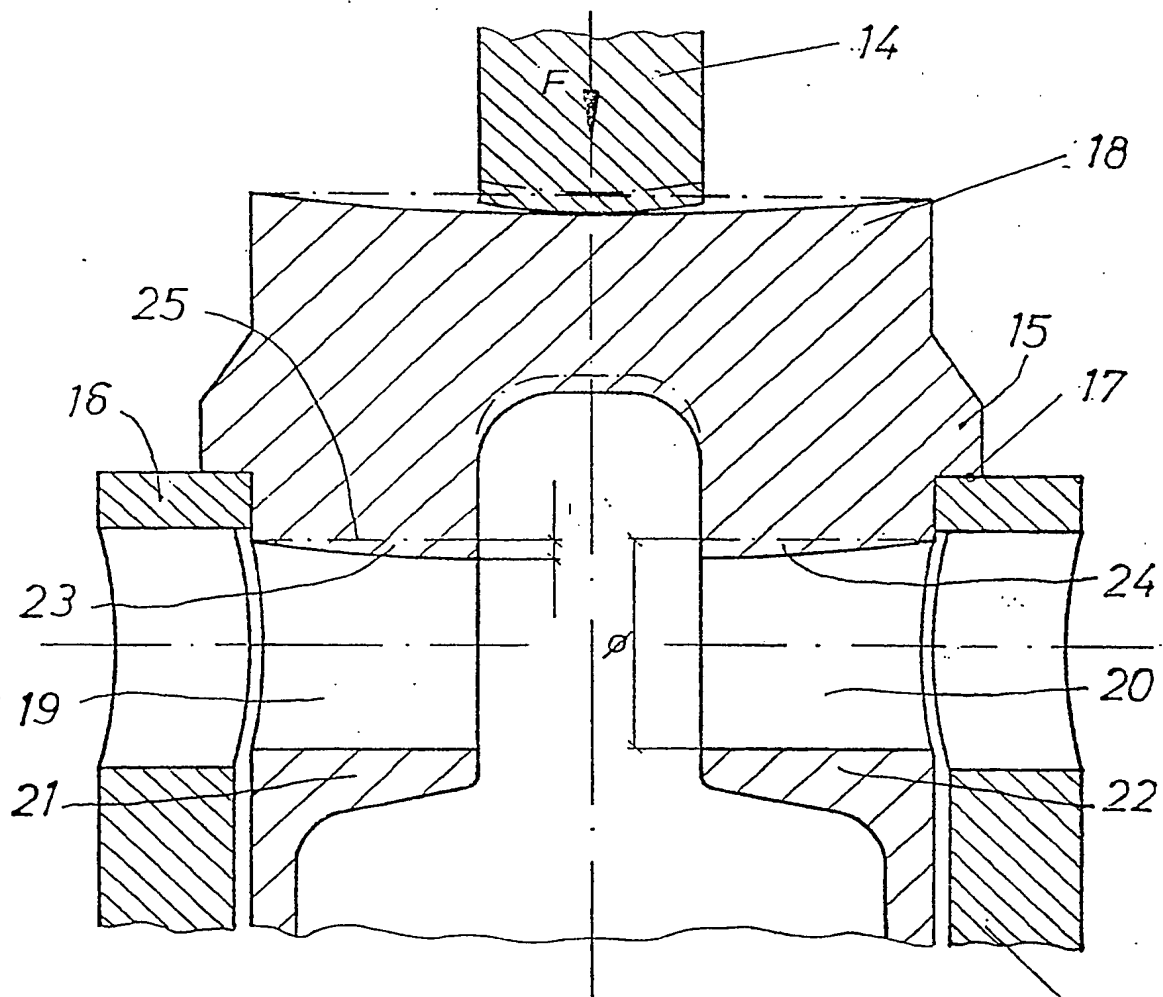


Fig. 4

25-09-80

3036062

11

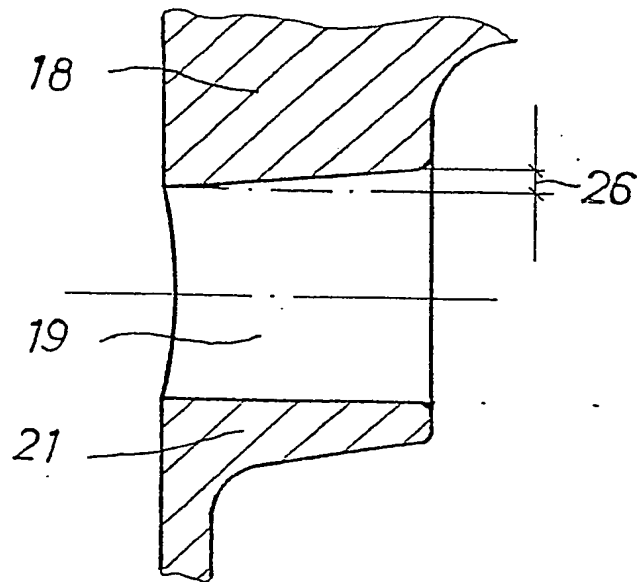


Fig. 5

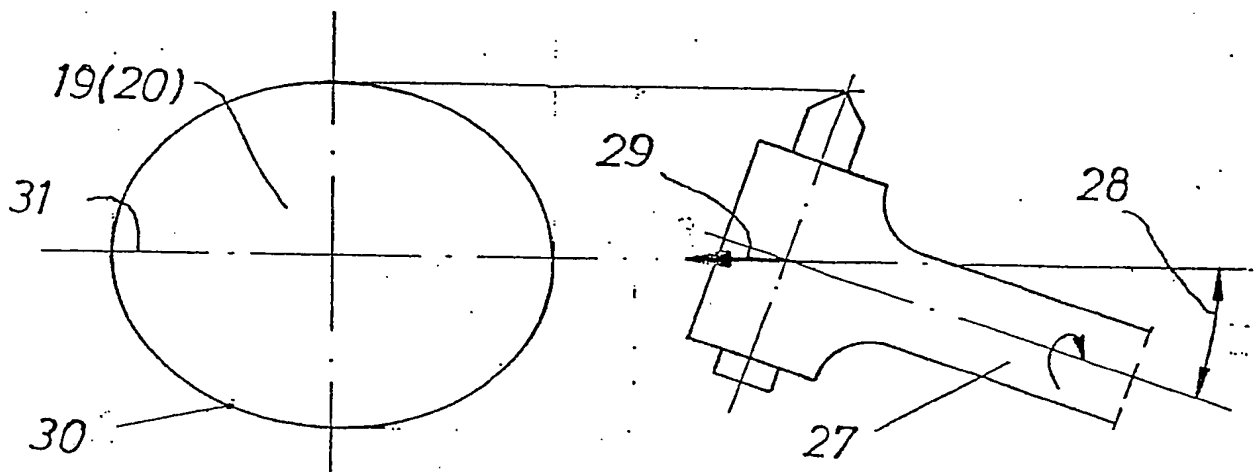


Fig. 6

25-09-80

3036062

12

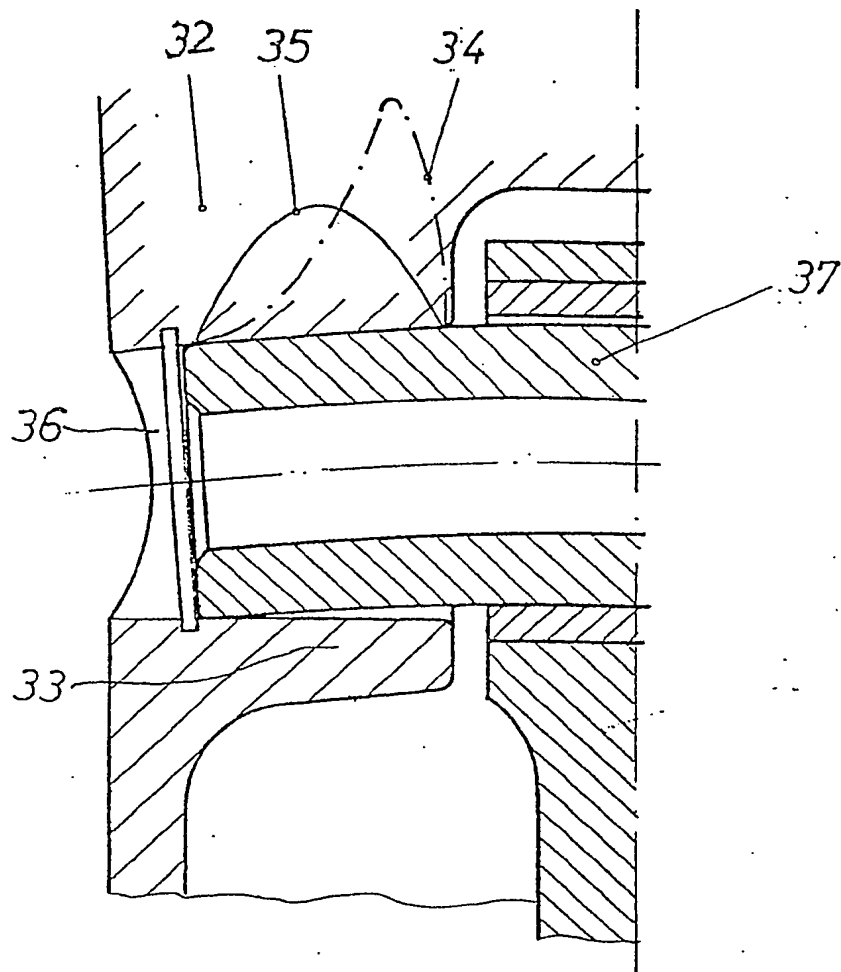


Fig. 7